

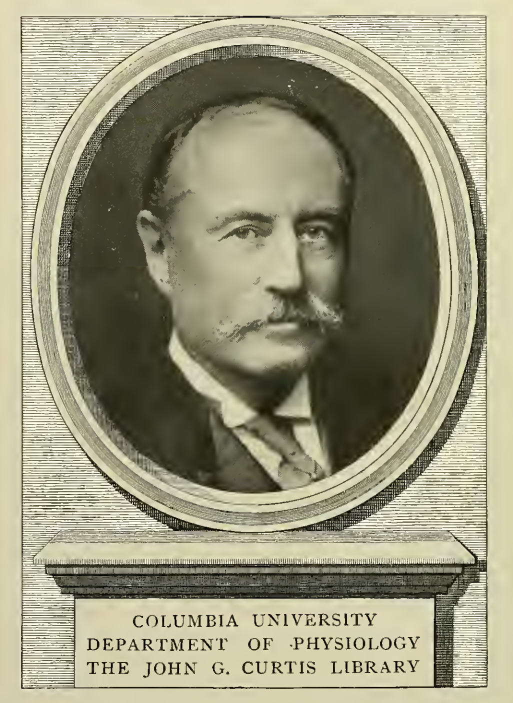
DIE VOLUMETRISCHE BESTIMMUNG DES BLUTDRUCKS AM MENSCHEN.

VON

Dr. v. BASCH
PRIVATDOCENT FÜR EXPER. PATHOLOGIE, PRAKT. ARZT IN MARIENBAD.

MIT 3 TAFELN.

WIEN 1876.
CARL UEBERREUTER'SCHE BUCHDRUCKEREI
(M. SALZER).


COLUMBIA UNIVERSITY
DEPARTMENT OF PHYSIOLOGY
THE JOHN G. CURTIS LIBRARY



DIE VOLUMETRISCHE BESTIMMUNG DES BLUTDRUCKS AM MENSCHEN.

VON

Dr. v. BASCH
PRIVATDOCENT FÜR EXPER. PATHOLOGIE, PRAKT. ARZT IN MARIENBAD.

MIT 3 TAFELN.

(SEPARAT-ABDRUCK AUS DEN „MEDIZINISCHEN JAHRBÜCHERN." 1876. IV.)

WIEN 1876.

CARL UEBERREUTER'SCHE BUCHDRUCKEREI
(M. SALZER).

Die volumetrische Bestimmung des Blutdrucks am Menschen

von

Dr. v. Basch,
Privatdocent für exper. Pathologie, prakt. Arzt in Marienbad.

I.

Jede Steigerung der Aortenspannung muss in allen mit der Aorta communicirenden Gefässgebieten zum Ausdrucke gelangen. Je nach der Natur des von dieser Einwirkung betroffenen Röhrensystems wird letzterer ein verschiedener sein. In einem Röhrensystem, das in einer starren Umgebung eingebettet ist, wird in Folge vermehrter Aortenspannung der Blutstrom ein rascherer werden, in einem Röhrensystem dagegen, das von nachgiebigen Wandungen begrenzt ist, wird die vermehrte Druckhöhe nicht nur in Geschwindigkeit umgesetzt, sondern auch dazu verwendet werden, die Gefässe auszudehnen und die angrenzenden nachgiebigen Weichtheile auseinander zu drängen. Mit diesem Vorgange müssen nach Massgabe der nun vermehrten Blutfülle die hievon betroffenen Organe eine Volumszunahme erfahren. Dieses gilt zumeist für die im ruhenden Muskel eingeschlossenen Gefässe, deren Lichtung bekanntlich bei mässigem Aortendrucke und im Ruhezustande des Muskels, in Folge des auf sie lastenden Drucks der Weichtheile sehr gering ist. Aus einer Volumszunahme des ruhenden Muskels liesse sich demnach mit Sicherheit eine vermehrte Spannung der Aorta erschliessen. In gleicher Weise würde man berechtigt sein, die Volumzunahme eines zum grössten Theile aus Muskeln bestehenden Organes, etwa eines Armes mit einer Erhöhung der Aortenspannung in ursächlichen Zu-

sammenhang zu bringen. Hier ist aber die Complication desshalb eine grössere, weil die Hautgefässe — die Knochengefässe kommen aus den oben angeführten Gründen hier nicht in Betracht — nicht dieselben physiologischen Eigenschaften besitzen, wie die Muskelgefässe.

Um zu beurtheilen, ob diese Complication im Stande sei, den innigen Causalnexus zu stören, der zwischen Volumsvermehrung des Armes und der Aortenspannung bestünde, wenn ersterer nur aus Knochen und Muskeln zusammengesetzt wäre, müssen die physiologischen Ursachen in Betracht gezogen werden, die bei einer Erhöhung der Aortenspannung zur Geltung kommen.

Jedes Missverhältniss zwischen den dem Herzen zuströmenden und von ihm abströmenden Blutmengen wird durch eine entsprechende Aenderung der Aortenspannung ausgeglichen, und zwar wird letztere erhöht, wenn bei gleichem Zuströmen dem Abströmen Hindernisse bereitet werden. Eine solche Behinderung des Abflusses erfolgt auf physiologischem Wege dadurch, dass Strombahnen, in die sich sonst grosse Blutmengen ergossen, verschlossen werden, nachdem sie zuvor mit ihrem Inhalt das Herz bereichert. Zu einer dieser grossen Strombahnen gehört, wie ich an einem anderen Orte darthun werde, mit Sicherheit das Stromgebiet der Pfortader [1]).

Wenn durch Reizung des Splanchnicus eine Umlagerung des in diesem Stromgebiete enthaltenen Blutes in's Herz stattfindet, und die Aortenspannung bei gleichzeitigem Verschlusse der bezüglichen Bahnen beträchtlich ansteigt, dann wächst das Volum der Extremitäten.

Diese Volumszunahme der Extremitäten während der Blutdrucksteigerung in Folge von Splanchnicusreizung, muss, wie die anfängliche Betrachtung lehrt, nicht allein auf den vermehrten Blutreichthum der Muskel, sondern auch der Haut [2]) bezogen werden, da bei der Reizung der peripheren Enden des Splanchnicus der centrale Gefässnervenapparat durchaus nicht berührt wird. Das Gleiche muss

---

[1]) Diese Angaben entnehme ich einer im Leipziger physiologischen Institute ausgeführten Arbeit „über die Wirkung des gereizten N. splanchnicus auf den Blutstrom innerhalb und ausserhalb seines Verbreitungsbezirkes“, welche demnächst zur Publication gelangen wird.

[2]) Hiermit im Widerspruche steht die Angabe Oustrumoff's, dass die Reizung eines Splanchnicus die Hauttemperatur nicht erhöhe.

für eine Volumsvermehrung statt haben, wenn die Umlagerung des Blutes aus der Bauchhöhle in die Aorta durch mechanische Bedingungen herbeigeführt wird, die den Wandwiderstand der Haut- und Muskelgefässe nicht in directer Weise ändern.

Ueberall also, wo wir in Folge eines Eingriffes, von dem wir aussagen können, dass durch ihn die Haut- und Muskelgefässe nicht direct berührt werden, das Volum einer ruhenden Extremität sich vermehren sehen, sind wir berechtigt, die Volumsvermehrung auf eine Erhöhung des Aortendruckes zu beziehen.

Um beurtheilen zu können, ob bei Eingriffen, von denen vermuthet werden kann, dass sie die Gefässe der Extremität resp. die Haut- und Muskelgefässe beeinflussen, dieselbe Beziehung zwischen Volumsvermehrung der Extremitäten und Erhöhung der Aortenspannung statt habe, müssen wir in Erwägung ziehen, ob ein Anschwellen des Armes auch unter anderen als den obgenannten Bedingungen erfolgen könne. Als solche muss jedenfalls eine Erweiterung der Haut- und Muskelgefässe gelten, die nicht auf eine Dilatation durch Erhöhung der Aortenspannung zu beziehen wäre, sondern von anderen Einflüssen depressorischer Natur abhinge. Da wir aber nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen von einer Erweiterung der Muskelgefässe am r u h e n d e n M u s k e l absehen dürfen, erübrigt als die einzige Bedingung für die Volumsvermehrung der Extremität nur eine Erweiterung der Hautgefässe. Hier läge, wie sich leicht begreift, die Möglichkeit vor, dass ohne Steigerung des Aortendruckes ja vielleicht sogar bei einem Herabsinken desselben das Volum der Extremität zunehmen könnte. Das Eintreten dieser Bedingung müsste sich aber am menschlichen Arme durch eine deutliche Röthung bemerkbar machen und durch dieses Kennzeichen würde sich ein solcher Fall von jenen unterscheiden, in denen die Volumsvermehrung mit einer Erhöhung des Aortendruckes einherginge. So lange der Arm nicht geröthet erscheint, kann eine Volumsvermehrung nur in dem oben angedeuteten Sinne gedeutet werden.

Sähen wir endlich während eines Eingriffes, in dessen Gefolge wir eine Contraction der Hautgefässe vermuthen dürfen, mit dem Anschwellen der Extremität die Haut in der That erblassen, dann wäre an der besprochenen Beziehung vollends nicht zu zweifeln, denn hier gelangte der Zusammenhang zwischen der Volumsveränderung der Extremität und Erhöhung des Aortendrucks selbst unter

Bedingungen zum Ausdrucke, die sein Erscheinen zu verdecken im Stande wären.

Von besonderer Wichtigkeit für die Beurtheilung der Entstehungsweise einer Volumsvermehrung des Armes ist schliesslich das Verhalten seiner Venen. So lange dieselben zusammengefallen sind, oder überhaupt keine Veränderungen zeigen, bleibt selbstverständlich die besprochene Relation aufrecht, dieselbe wird aber sofort getrübt, wenn die Venen unter Umständen, die auf eine Stauung des Blutes in denselben hindeuten, anschwellen. Ein Anschwellen der Venen als Ausdruck eines stärkeren Blutzuflusses von Seite der Capillaren könnte allerdings auch eine gleichzeitige Erhöhung des Aortendrucks voraussetzen lassen, ein Anschwellen der Venen aber als Folge eines gehemmten Blutabflusses lässt aus bekannten Gründen die gleiche Schlussfolgerung nicht zu. Nur wenn sich durch die Natur des Eingriffes oder auf anderem Wege ermitteln lässt, dass die Venenschwellung sicherlich nicht durch Stauung bedingt sei, kann auch hier die Volumsvermehrung des Armes auf eine Steigerung des Aortendruckes bezogen werden.

Weitaus schwieriger ist die Entscheidung der Frage, auf welche ursächliche Bedingung die Volumsverminderung der Extremität zu beziehen sei.

Vorausgesetzt wieder, dass die Extremitat nur aus Knochen und Muskeln bestünde, wäre nicht daran zu zweifeln, dass eine Volumsverminderung derselben von einer Entspannung der Aorta herrühre, die zu Folge hätte, dass in den Muskelgefässen in dem Maasse, als ihr eigener Widerstand die Aortenspannung überwiegt weniger Blut fliessen würde als vorher. Die Contraction der Muskelgefässe dürfen wir nach den Versuchen von Hafiz für die ruhende Muskel auch für jene Eingriffe ausschliessen, bei denen das Gefässnervencentrum in Mitleidenschaft gezogen wird.

Das Verhalten der Hautgefässe complicirt aber hier vielmehr als früher die Deutung der Erscheinungen. Ob die Volumsverminderung des Armes durch die Contraction der Hautgefässe bedingt sei oder dieselbe auf einer durch hydraulische Bedingungen erzeugten Entleerung der Muskelgefässe beruhe, ist, wenn wir von jener Aufklärung absehen, die auch hier die Natur des jeweiligen Eingriffes bieten kann, deshalb schwer zu entscheiden, weil die Contraction der Hautgefässe eine gleichzeitige, anderweitig verur-

sachte Erniedrigung der Aortenspannung nicht vollkommen ausschliesst, weil ferner selbst für den Fall als die Haut deutlich erblasste nicht zu entscheiden ist, ob die Blutgefässe durch Contraction oder wegen des niedrigen Aortendrucks ihren Inhalt einbüssen, demnach also die Möglichkeit vorliegt, dass zwei vollkommen verschiedene Erscheinungen in gleicher Weise zum Ausdrucke gelangen, ohne dass ein Kennzeichen vorliegt, das eine Unterscheidung möglich macht.

Nur in dem einen Falle, wo zugleich mit einer Volumsverminderung eine deutliche Hautröthung — die für sich allein Volumsvermehrung herbeiführen müsste — sichtbar wäre, liesse sich mit Bestimmtheit entscheiden, dass erstere von einem Druckabfall in der Aorta und einer daraus resultirenden Entleerung der Muskelgefässe herrühre, auch hier wäre der Zusammenhang zwischen Volumsverminderung der Extremität und Entspannung der Aorta ein sicherer, weil er unter Bedingungen, die sein Erscheinen verdecken könnten, zum Ausdrucke gelangte. In gleicher Weise und aus demselben Grunde wäre bei nachweisbarer Anschwellung der Venen der Schluss auf eine Erniedrigung der Aortenspannung ein vollkommen berechtigter.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, dass man bei der Deutung der mit dem Mosso'schen Plethysmographen [1]) verzeichneten Volumscurven des menschlichen Armes vorsichtig zu Werke gehen muss.

Es schien mir in dieser Richtung angezeigt, bei den Versuchen jene Eingriffe zu meiden, die keinen sicheren Einblick in die Veränderungen gewähren, die hiebei vor sich gehen und vor allem jene Wechselbeziehung zwischen dem Armvolum und dem Blutstrome zu prüfen, die nach den angestellten Betrachtungen am untrüglichsten zu Tage tritt, d. i. die Beziehung zwischen der Volumsvermehrung des Armes und der erhöhten Aortenspannung.

Die von Mosso eingeführte graphische Darstellung der Volums-Zu- und Abnahme hat von der früher von Fick geübten den grossen Vorzug, dass der registrirende Apparat nicht einen integrirenden Bestandtheil des eigentlichen Volumeters bildet, sondern von demselben ganz unabhängig ist. Nur auf diese Weise ist es mög-

[1]) Supra un nuovo metodo per scrivere movimenti dei vasi sanguigni nell' uomo pel Dr. Angelo Mosso. Torino 1875.

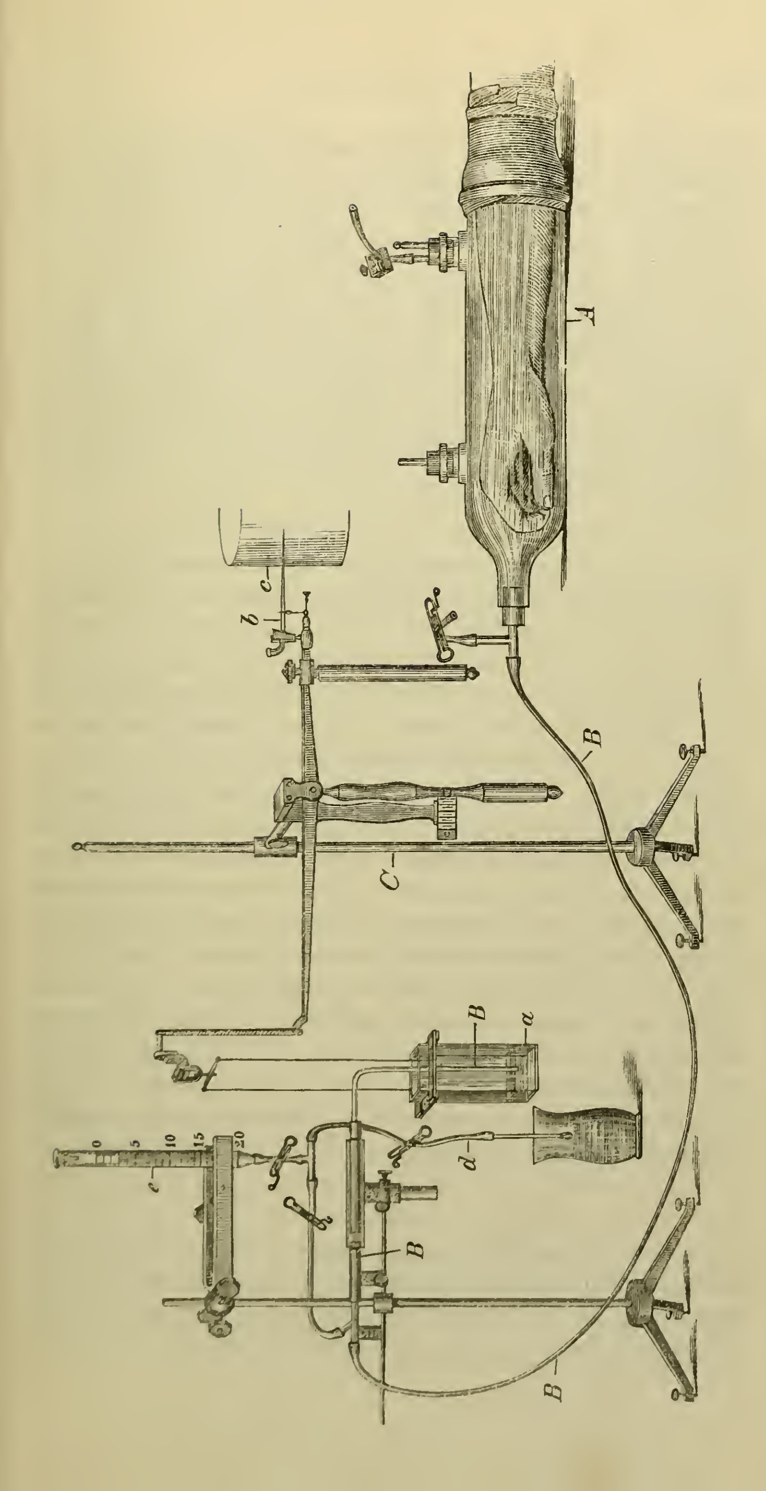
lich, das Organ, dessen Volumsschwankung man zu messen sucht, von dem hydrostatischen Effect der Flüssigkeitsniveauschwankungen unabhängig zu erhalten.

Diesem Principe bin ich auch bei meinen volumetrischen Bestimmungen treu geblieben, nur habe ich die Mosso'sche Rolle aufgegeben, und bediene mich statt derer einer Wage. Diesbezüglich muss ich bemerken, dass ich die Anregung hiezu Herrn Professor C. Ludwig verdanke, der zur Zeit als ich in seinem Laboratorium arbeitete, gelegentlich eines Gespräches über den Mosso-schen Apparat die Bemerkung machte, dass sich der von Mosso angestrebte Zweck auch mit einer Wage erreichen liesse. Meine Versuchsanordnung ist an nebenstehender Figur ersichtlich.

In dem Gefässe A, dem gleichen, dessen sich Mosso bediente, ruht der auf sein Volum zu prüfende Arm. Da sich eine Schwebevorrichtung, die Mosso zur Fixirung des Armes anempfiehlt, nicht überall leicht anbringen lässt, suchte ich den gleichen Zweck in einfacherer Weise zu erreichen, indem ich durch mit Bleischrot gefüllte Säcke das Gefäss A belastete, und ich habe mich davon überzeugt, dass diese Art der Armfixirung allen an sie gestellten Anforderungen entspricht.

Von dem Gefässe A geht das Kautschukrohr B ab, welches in eine rechtwinkelig gebogene Glasröhre ausmündet. Letztere taucht in das Gefäss A, das an dem einen Arm der Wage C aufgehängt ist. Der zweite Arm der Wage trägt die Schreibfeder b, die durch eine passende Vorrichtung an die Kymographion-Trommel c angedrückt wird. Durch die Burette e und das Abzugrohr d ist, wie bei dem Mosso'schen Apparate dafür Sorge getragen, dass nach Bedürfniss Wasser in das Gefäss a eingeleitet, resp. aus demselben ausgesaugt werden kann.

Damit die Wage dieselben Ansprüche wie der Mosso'sche Apparat erfülle, d. i. damit das Ende der Röhre B immer gleich tief in das Gefäss a eintauche, muss bei der Construction derselben vornehmlich darauf geachtet werden, dass der Querschnitt des Gefässes a dem Ausschlage, resp. der Empfindlichkeit der Wage angepasst werde, denn man sieht leicht ein, dass, wenn die einströmende Flüssigkeit in dem Gefässe a höher ansteigt als dem Ausschlage entspricht, das Wasserniveau sich über das eintau-



chende Ende der Röhre B erheben wird. Desgleichen muss es — dasselbe Missverhältniss vorausgesetzt — beim Zurücktreten der Flüssigkeit in den Armbehälter A dazu kommen, dass die Röhre B den Wasserspiegel der Gefässe a verlässt.

Der Behälter A wurde nach Mosso's Angabe durch eine breite Kautschukmanchette mit dem Arme verbunden. Der wasserdichte Abschluss lässt sich nach meinen Erfahrungen am leichtesten durch Umwickeln mit Heftpflasterstreifen bewerkstelligen. Selbstverständlich muss man bei dieser Procedur darauf Bedacht nehmen, dass eine Compression der Hautvenen durch stärkere Umschnürung thunlichst hintangehalten werde.

Bei der Entstehungsweise der durch die Wage auf der Trommel des Kymographion verzeichneten Curven muss man darauf Rücksicht nehmen, dass einerseits durch die Länge der Verbindungsröhren der Strom der Flüssigkeit, der vom Armbehälter A sich zur Wage begibt, verlangsamt wird, und dass anderseits die Trägheit des registrirenden Apparats bedingt, dass die Aenderungen des Volums nicht zugleich mit ihrem Eintreten, sondern etwas später registrirt werden. Es kommt aber dieser Umstand als Fehler nicht sonderlich in Betracht, weil ja die die Registrirung verspätenden Bedingungen zu jeder Zeit sich gleich bleiben. Ob die Mosso'sche Rolle rücksichtlich dieser Verspätung Vortheile vor der Wage bietet oder umgekehrt, vermag ich nicht anzugeben, da ich diesbezügliche Versuche, zu denen sehr genaue Zeitmessungen nöthig wären, nicht ausführen konnte. Die Eigenschwingungen der Wage kommen nur in der nach plötzlich eingetretenen und rasch abgelaufenen Volumschwankungen erscheinenden Ruhepausen als störender Einfluss zur Geltung. Bei langsamen Volumsschwankungen fehlen dieselben gänzlich. Den grössten Theil der hier folgenden Versuche habe ich auf der Klinik des Herrn Prof. Dittel, der mir die Benützung seines Materials freundlichst gestattete, ausgeführt.

II.

Bevor wir jene Volumsveränderungen prüfen, die bestimmten Eingriffen ihre Entstehung verdanken, wollen wir vorerst jene in Augenschein nehmen, die der ruhende Arm während vollster Körperruhe darbietet.

Ein Blick auf die in Fig. 1—5 wiedergegebenen Curven zeigt, dass dieselben langgestreckte ungleichmässige Wellen darstellen. In diesen wellenförmigen Linien spricht sich, daran kann nicht gezweifelt werden, ein rhythmisches An- und Abschwellen des Armes aus.

Mosso (l. c.) hat schon ähnliche durch spontane Veränderungen des Armes entstandene Wellen beschrieben und abgebildet — verspricht übrigens in einer späteren Mittheilung nochmals darauf zurückzukommen — er zählt aber die denselben zu Grunde liegenden Erscheinungen nicht zu den constanten. Nach seiner Erfahrung zeigten sie sich nur bei sehr sensiblen Individuen und dann am meisten in den Ruhepausen, die nach vorhergegangenen grösseren Volumsschwankungen — gleichgültig durch welche Eingriffe sie veranlasst werden — eintreten.

Die Entstehungsweise dieser Wellen bezieht Mosso auf eine Gefässcontraction, ohne sich über die Oertlichkeit des von der Contraction betroffenen Gefässgebietes auszusprechen. Nur aus dem Umstande, dass er dieselben mit den von Schiff am Kaninchenohre beschriebenen in eine Reihe stellt, lässt sich schliessen, dass er das Gefässgebiet der Haut hiebei eine Rolle spielen lässt.

Die von mir beobachteten Wellen sind zweifellos ebenfalls der Ausdruck spontaner Volumsschwankungen des Armes. Sie sind aber flacher und länger als die Mosso'schen, und treten, was sie am meisten von letzteren unterscheidet, durchaus nicht selten, sondern soweit meine bisherigen Erfahrungen — die sich auf circa 30 Individuen beziehen — reichen, constant auf. Die Wellen waren allerdings nicht überall in der prägnanten Weise ausgesprochen, wie sie Fig. 1—5 zeigen, manchmal sogar waren dieselben so flach, dass ein Uebersehen derselben leicht möglich erschien.

Nur für den vollkommenen Ruhezustand des Körpers gelten die in Rede stehenden Volumsschwankungen, denn bei der Aufnahme der ihnen entsprechenden Volumscurven wurden alle Einflüsse ferngehalten, die auf die geistige oder körperliche Stimmung des Versuchsindividuums alterirend wirken konnten. Die meisten der betreffenden Versuchsindividuen befanden sich während der ganzen Procedur in horizontaler ruhiger zwangloser Lage von einer Decke geschützt, also unter gleichmässiger Temperatur im Bette. Zu wiederholten Malen ereignete es sich, dass die Versuchsindividuen während des Versuches schläfrig wurden, ja selbst einschliefen,

und mitten im Schlafe sah man wie im Wachen den Arm die langen Wellen zeichnen, deren eine in Fig. 2 wiedergegeben ist.

Nach dem Gesagten muss es fraglich erscheinen, ob die von mir als constant beobachteten Volumsschwankungen des Armes mit den Mosso'schen zu identificiren seien, da sie doch mit letzteren nur die Spontaneität gemein haben.

Auch rücksichtlich ihrer Entstehungsweise lassen sich die bei vollkommener Körperruhe ablaufenden Volumsschwankungen des Armes meiner Meinung nach nicht mit den Mosso'schen vereinen. Verdankten nämlich hier die Volumsschwankungen des Armes einer auf vasomotorischem Wege erfolgenden Veränderung des Gefässcalibers — also auch des Calibers der Hautgefässe — ihre Entstehung, dann musste sich ja die Haut synchronisch mit den Wellenbergen röthen und musste synchronisch mit den Wellenthälern erblassen. Von einem solchen Farbenwechsel ist aber nicht die geringste Andeutung vorhanden.

Leichter und ungezwungener lassen sich die in Rede stehenden Volumsschwankungen erklären, wenn man dieselben mit Schwankungen der Aortenspannung in Zusammenhang bringt, wenn man in Uebereinstimmung mit der eingangs ausgeführten Betrachtung das Anschwellen des Armes auf ein Steigen, das Abschwellen desselben auf ein Sinken des Aortendrucks bezieht.

Solche spontane rhythmische Schwankungen der Aortenspannung kommen aber wie man weiss selbst unter physiologischen Bedingungen bei Thieren vor, und es liegt nahe, die am Menschen mit dem Plethysmographen gewonnenen Wellenlinien in eine Reihe mit den direct durch das Manometer verzeichneten Traube-Hering'schen Curven zu setzen.

An dieser Stelle muss ich noch jener Volumsveränderungen gedenken, die der Arm während des Einschlafens und zu einer Zeit erfährt, wo das Gehirn eine anstrengende Arbeit leistet, denn auch diese Volumsschwankungen sind insoferne spontane, als der Körper während derselben stets in vollkommenster Ruhe verharrt.

Ueber die Volumsveränderung des Armes während des Schlafes hat Mosso, wie ich in Leipzig erfahren habe und wie er dies auch in seiner hier citirten Arbeit erzählt, Beobachtungen angestellt, sie sind aber wenn man von den kurzen Worten, mit denen Prof.

C. Ludwig in einem populären Vortrag[1]) ihrer gedachte, absieht, von Mosso meines Wissens nicht direct veröffentlicht worden.

Meine Erfahrungen hierüber liegen in den Curven auf Fig. 6—9 vor. Hievon gehören Fig. 6—8 einem einzigen Individuum an, das mitten im Versuche einige Male aufwachte und immer wieder einschlief.

Man sieht, dass alle Curven mit einander vollkommen übereinstimmend ein deutliches Absinken zeigen. In Fig. 6 entspricht dasselbe einer Volumsverminderung des Armes um circa 10 Ccm., in Fig. 7 um 7 Ccm., in Fig. 8 um 3 Ccm. und in Fig. 9 um circa 5 Ccm. Wasser. Bei dem Individuum — einem 15jährigen Knaben, von dem die Fig. 6, 7 und 8 entnommen sind, trat das Absinken während des Einschlafens, bei dem zweiten Individuum, einem 60jährigen Manne, mit dem Beginne des Schlafes ein. Das Absinken dauerte in allen Fällen nicht viel länger als eine Minute, dann traten wieder die normalen den Traube-Hering'schen Curven zu vergleichenden Schwankungen auf, von denen zuvor die Rede gewesen.

Nach der eingangs gegebenen Auseinandersetzung könnte unter der hier zutreffenden Voraussetzung, dass die Hautfarbe des Armes und die Venenfüllung sich nicht ändert, die Volumsverminderung desselben sowohl von einer Contraction seiner Gefässe als von einer allgemeinen Herabsetzung des arteriellen Druckes herrühren. Eine Entscheidung auf dem Wege des Versuches kann aber hier nicht getroffen werden, und so bleibt nur zu erwägen übrig, welche von den beiden Auffassungen die Eigenschaften einer den vorhandenen Bedingungen genügenden Hypothese besitzt.

Halten wir uns zunächt an die erste Auffassung, die eine Contraction der Armgefässe als Ursache der Volumsverminderung fordert, so müsste man sich vorstellen, dass mit dem Eintritte des Schlafes der centrale Gefässnervenapparat in einen Zustand höherer Erregung gerathe und demzufolge mächtigere Reize als vorher zu den Gefässen sende. Eine solche Vorstellung entspricht aber ganz und gar nicht den herrschenden Ansichten über das Verhalten motorischer und reflectorischer Hirn- und Rückenmarkscentra während des Schlafes, denn bekanntermassen erleidet die Erregbarkeit der

[1]) Ueber Gefässnerven. — Im neuen Reich, Monatschrift 1876.

centralen Nervenapparate, namentlich die der reflectorischen Apparate im Schlafe eine Einbusse und es erscheint mithin die zweite Auffassung berechtigter, dass die Erregbarkeit des centralen Gefässnervenapparates im Schlafe abgestumpft wird, und dass demzufolge die Gefässe, ihrem sie tonisirenden Einflusse zum Theil entzogen, erschlaffen.

Das Gefässgebiet, das aber bekanntlich am empfindlichsten auf ein Herabsetzen des Tonus reagirt, ist das der Unterleibsgefässe. Mit der Erschlaffung letzterer, mit dem raschen Abfluss des Blutes in die nun mächtig verbreiterte Strombahn muss die Aorta entspannt und es können Haut- und Muskelgefässe nur noch spärlich mit Blut versehen werden, selbst für den Fall, als sie sich ebenfalls erweiterten, denn auch dann wäre, wie man vermuthen darf, wegen der grösseren Elasticität, mit der ihre Wand begabt scheint, der Widerstand, den sie dem Blutstrom entgegensetzten, noch immer höher als jener, den ihm das erweiterte Stromgebiet der Unterleibsgefässe bereitet.

Die letztere Auffassung findet übrigens auch eine Stütze in den Erscheinungen, die man an mit Chloralhydrat narkotisirten Thieren beobachtet. Im Chloralschlaf ist nämlich erwiesenermassen die Erregbarkeit des vasomotorischen Centrums herabgesetzt und in Folge dessen der arterielle Blutdruck vermindert. Hiermit will ich selbstverständlich nicht behauptet haben, dass die Bedingungen, die während des physiologischen Schlafes bestehen, denen während des Chloralschlafes gleich sind, nur zu einem Analogie-Beweise hielt ich mich berechtigt dieselben herbeizuziehen.

Was ich schliesslich über die Volumsveränderungen des Armes die, während das Gehirn durch geistige Arbeit angestrengt wird, zu Tage treten, hier mittheile, sind nur vorläufige Bemerkungen, zu denen mich die Neuheit des Gegenstandes und der Umstand verleitet, dass die Angaben Mosso's — dessen hohes Verdienst es ist die diesbezügliche Fragestellung am Menschen ermöglicht und begonnen zu haben — die einzigen sind, die über den so interessanten Gegenstand vorliegen.

Nach dem Vorgange Mosso's habe ich die hieher gehörigen Versuche in der Weise angestellt, dass ich die Versuchsindividuen die Multiplication einer mehrziffrigen Zahl mit einer ein- oder zweizifferigen im Kopfe ausführen liess.

Die Resultate meiner Versuche lauten nun nicht so bestimmt wie die Mosso'schen. Von 9 Individuen, die ich auf die in Frage stehende Erscheinung prüfte — es waren durchgehends Aerzte — zeigten nur zwei eine deutliche Volumsverminderung des Armes während des Multiplicirens und ein sofortiges Ansteigen der Volumscurve nach Beendigung der Multiplication. Aber nur einer von diesen zwei Versuchspersonen zeigte das Phänomen — wenn man die Versuche nicht zu rasch auf einander folgen liess — in vier an verschiedenen Tagen vorgenommenen Sitzungen, während bei dem anderen dasselbe schon bei der zweiten Sitzung vollkommen versagte. In den übrigen Versuchen reagirte der Arm gar nicht, ja mitunter sah man während derselben statt der erwarteten Volumsverminderung eine Volumsvermehrung des Armes eintreten.

So viel über das, was ich aus meinen Versuchen zur Bestätigung des Mosso'schen Phänomens beizutragen habe.

Mosso erklärt die Volumsverminderung des Armes während geistiger Anstrengung durch eine gleichzeitig damit einhergehende Contraction der Armgefässe.

Diese Erklärung lässt sich allerdings nicht ohne weitere Behelfe abweisen, man ist aber, wie die anfängliche Betrachtung lehrt, ebenso wenig berechtigt dieselbe als die einzig mögliche hinzustellen, denn es lässt sich die Annahme nicht zurückweisen, dass die Volumsverminderung des Armes auch hier auf einer Herabsetzung des arteriellen Blutdruckes beruhe.

Man könnte sich vorstellen, dass während intensiver geistiger Arbeit Reize geschafft werden, die die Hirngefässe zur Erweiterung brächten. In dem Maasse als dies geschähe, müsste der Zufluss von Blut zum Gehirne ein grösserer werden und diess könnte ceteris paribus nur auf Kosten jener Gefässgebiete geschehen, in denen der Widerstand in der Regel ein sehr hoher ist, also auf Kosten des Gefässgebietes der Muskeln. Die Haltbarkeit dieser Vorstellung müsste allerdings durch das Experiment am Thiere, das zu eruiren hätte, ob eine Dilatation der Hirngefässe den arteriellen Blutdruck herabsetzen könne, geprüft werden.

Ausser diesen unseren gegenwärtigen Vorstellungen vom Kreislaufe wenig entsprechenden Supposition könnte man im Sinne der Goltz'schen Erklärung der Reflexhemmungs-Mechanismen auch annehmen, dass dem Gefässnervencentrum auf intracerebralen Bahnen

Erregungen zugeleitet werden, die das normale Abströmen der die Gefässe beherrschenden Erregungsimpulse verhinderten. In einem solchen Falle würde die Volumscurve beim Denken im gewissen Sinne der Volumscurve beim Schlafen an die Seite zu stellen sein.

III.

Bei den nachfolgenden Versuchen leiteten mich zumeist die eingangs angedeuteten Anschauungen, die ich über die Abhängigkeit des arteriellen Blutdruckes von dem Gefässgebiet der Unterleibsorgane, durch meine Leipziger Untersuchungen gewonnen hatte.

Eine Uebertragung dieser durch das Experiment am Thiere erzielten Anschauungen auf den Menschen schien mir durch die plethysmographische Methode um so eher ausführbar, als ja hier die directen Bestimmungen des arteriellen Blutdrucks eine Controlle für die mit dem Plethysmographen verzeichneten Werthe abgeben konnten. Gelang es eine Uebereinstimmung beider nachzuweisen, dann war hiedurch zugleich ein Beweis für die Verwendbarkeit der Methode, für die Möglichkeit mit Hilfe derselben ein Surrogat für Blutdruckmessungen am Menschen zu gewinnen, geliefert.

Wie schon eingangs auseinandergesetzt wurde, muss jeder Eingriff, der eine arterielle Blutdrucksteigerung hervorruft, auch zugleich das Volum des Armes vergrössern, vorausgesetzt dass dessen Gefässe, zum mindesten die Gefässe seiner Muskeln, sich hiebei nicht contrahiren.

Aus letzterem Grunde habe ich die Reizung sensibler Nerven sei es auf elektrischem, chemischem oder mechanischem Wege, als blutdrucksteigernden Eingriff bei meinen Versuchen ausgeschlossen. Von diesen Versuchen abzustehen bestimmte mich auch die Erwägung, dass abgesehen von der Schwierigkeit das Mitverhalten der Armgefässe zu bestimmen, eine Schwierigkeit, der sich vielleicht durch weitere Ausbildung der Methode wird beikommen lassen, hier noch alle jene Fehler unterlaufen, die man selbst am Thiere nur durch Curarisirung zu beseitigen vermag.

Aus methodischen Gründen musste es also am zweckmässigsten erscheinen die Störungen, die erfahrungsgemäss am Thiere eine Steigerung des arteriellen Blutdruckes bedingen, in einer Weise hervorzurufen, die eine Betheiligung von Gefässnerven ausschliessen lässt.

Durch Einschaltung eines Widerstandes in die arterielle Strombahn der Unterleibsorgane ist man bekanntlich im Stande die Aortenspannung zu erhöhen, zumeist dann, wenn, wie dies nach meinen Untersuchungen bei der Reizung des Splanchnicus der Fall ist, bei vermehrtem Blutzuflusse zum Herzen die Abflusswege des letzteren eingeengt werden. Ein Eingriff, der die Einwirkung der arteriellen Blutdrucksteigerung auf das Volum der Extremitäten, speciell des Oberarmes veranschaulichen soll, muss also jene Bedingungen wenigstens annähernd hervorrufen, die durch die Reizung der Splanchnici erfüllt werden.

Den richtigen Wegweiser zu diesem Eingriffe gibt hier das Thierexperiment ab. Drückt und knetet man nämlich am curarisirten Thiere, bei dem die Bauchdecken erschlafft sind, den Unterleib so wird man durch das mit der Carotis verbundene Manometer gewahr, dass zugleich mit dieser Manipulation der arterielle Blutdruck ansteigt, dass aber derselbe wieder auf seinen alten Stand zurückkehrt, sowie man die erwähnte Manipulation unterbricht.

Durch diese Manipulationen werden, wie kaum anders denkbar ist, zunächst grössere Blutmengen aus den Gefässen der Unterleibsorgane in die Pfortader und in die Vena cava inferior befördert, es ist aber auch anzunehmen, dass derselbe Eingriff, der einerseits den Blutstrom in seiner Richtung gegen die Venen hin erleichtert, auch anderseits dem Einströmen von Blut in die Capillaren ein Hinderniss bereitet; denn wäre letzteres nicht der Fall, und hinge der gesteigerte Aortendruck bloss von jenem Effecte des erwähnten Eingriffes ab, durch welchen der Blutzufluss zum Herzen vermehrt erscheint, dann müsste nach Sistirung desselben resp. nach Aufhören des Druckes, dem die Unterleibsorgane unterlagen, die Aortenspannung ähnlich wie nach einer directen Transfusion von Blut in's Herz, nur allmälig abnehmen. Hier aber ist die Entspannung der Aorta eine plötzliche und das kann nur darauf beruhen, dass ein Hinderniss, welches in den capillarwärts gerichteten Strom eingeschaltet war, plötzlich entfernt wird, wie dies allem Ermessen nach hier geschieht, wenn der Druck auf den Unterleib aufhört.

Ist nun das Ausdrücken der Unterleibsorgane unterhalb der erschlafften Bauchdecken seinem Effecte nach einer Splanchnicusreizung vergleichbar, dann muss dieser Eingriff am Menschen mit

einer Vermehrung des Armvolums einhergehen und dies geschieht in der That wie die beifolgende Tabelle *) zeigt.

Tabelle I.

Versuchszahl		Eingriff		Volum Zu- Abnahme in Ccm. Wasser	
B	1	passive	Bauchpresse	+ 2·2	
»	2	»	»	+ 2·7	
»	3	»	»	+ 0·9	
»	4	»	»	+ 1·3	
»	5	»	»	+ 1·3	
»	6	»	»	+ 1·7	
»	7	»	»		— 2·7
»	8	»	»	+ 2·0	
N	1	»	»	+ 2·5	
»	2	»	»		— 2·0
»	3	»	»	+ 3·5	
»	4	»	»	+ 3·3	
»	5	»	»	+ 2·3	
»	6	»	»	+ 3·2	
»	7	»	»		— 4·5
O	1	»	»	+ 2·3	
»	2	»	»	+ 5·0	
»	3	»	»	+ 7·0	
»	4	»	»	+ 1·5	
»	5	»	»	+ 1·0	
»	6	»	»	+ 1·5	
»	7	»	»	+ 2·3	
»	8	»	»	+ 3·8	
»	9	»	»	+ 3·5	
»	10	»	»	+ 3·5	
»	11	»	»	+ 3·0	
»	12	»	»	+ 1·5	
»	13	»	»	+ 1·8	

*) Zum Verständniss dieser sowie der übrigen Tabellen ist zu bemerken, dass die unter der Rubrik: Versuchszahl stehenden Buchstaben die Versuchspersonen bedeuten. Das Zeichen + bedeutet, dass Wasser verdrängt, das Zeichen — dass Wasser zurückgesaugt wurde.

Die Gestalt der vom Plethysmographen verzeichneten Volumscurven ist auf Fig. 10 in den Abschnitten b, c, d, e und f ersichtlich. Die kleineren Erhabenheiten und Vertiefungen im aufsteigenden Aste der Curve deuten darauf hin, dass der auf den Unterleib ausgeübte Druck kein continuirlicher gewesen. Ein discontinuirlicher Druck ist aber nebst einer gewissen Schlaffheit der Bauchdecken, die man häufiger bei Frauen als bei Männern antrifft, nöthig, wenn demselben eine Volumsvermehrung folgen soll. Macht aber die Spannung der Bauchdecken, wie sie bei männlichen Individuen zur Regel gehört, ein Eindringen in die Tiefe, ein Umfassen von Darmschlingen mit den Händen unmöglich, oder lässt man selbst auf die erschlafften Bauchdecken einen continuirlichen gegen die Wirbelsäule gerichteten Druck wirken, dann sieht man die Volumscurve nicht nur nicht ansteigen, sondern dieselbe sogar unter ihren ursprünglichen Stand herabsinken.

Die in der Tabelle I mit negativem Vorzeichen versehenen Volumswerthe haben nebst vielen anderen nicht tabellarisch geordneten Beobachtungen als Beleg für jenen Fall zu gelten, wo bei schlaffen Bauchdecken ein constanter Druck ausgeübt wurde. Für den zweiten Fall, wo bei gespannten Bauchdecken der Druck auf den Unterleib ebenfalls eine Verminderung des Armvolums zur Folge hatte, stand mir gleichfalls eine grosse Reihe von Beobachtungen zu Gebote.

Wäre es gleichgiltig, ob die Bauchdecken während des auf den Unterleib wirkenden Druckes schlaff oder gespannt sind, wäre es gleichgiltig ob der Druck senkrecht auf die Wirbelsäule und continuirlich wirkt oder ob er in oberwähnter Weise ausgeübt wird, d. i. wäre unter all' diesen verschiedenen Umständen der Eingriff ein gleicher, dann läge offenbar in der Verschiedenheit des Effectes, in dem verschiedenen Verhalten des Armvolums ein kaum zu lösender Widerspruch. Es lässt sich aber leicht darthun, dass dem nicht so ist, dass vielmehr die wechselnden Bedingungen die Natur des scheinbar gleichartigen Eingriffes vollständig ändern. Nur bei schlaffen Bauchdecken begegnen wir ähnlichen Bedingungen, wie sie am curarisirten Thier vorhanden sind nur hier wird es sowie dort möglich sein durch ein wirkliches Umfassen der Gedärme das Blut aus denselben auszudrücken, nur hier wird man den Druck derart localisiren können, dass er sich nicht in die Tiefe erstreckt.

Bei gespannten Bauchdecken aber wird es unmöglich sein den Eingriff so zu umgrenzen, dass er sich nur auf die direct unterhalb der Bauchdecken liegenden Organe beschränkt, der Druck wird sich vielmehr in senkrechter Richtung gegen die Wirbelsäule hin fortpflanzen, durch ihn wird das Lumen der Vena cava inferior und die Pfortader — deren Seitendruck ohnehin ein geringer ist — beeinträchtigt werden. Geschieht aber dies, dann muss wegen mangelnden Blutzuflusses die Herzfüllung und mit ihr die Aortenspannung abnehmen, die verminderte Aortenspannung aber ihrerseits eine Verminderung des Armvolums zur Folge haben.

In voller Uebereinstimmung mit dieser Ansicht stehen Beobachtungen, die Dr. Hock auf meine Veranlassung an mir angestellt hat. Uebte nämlich Dr. Hock — während er meinen Augenhintergrund im aufrechten Bilde untersuchte und hiebei namentlich eine der grösseren in die Papille sich einsenkenden Centralvenen fixirte — einen starken continuirlichen Druck gegen meinen Unterleib oberhalb des Nabels aus, so sah er die vorher gefüllten Venen zusammenfallen, sich entleeren und alsbald sich wieder anfüllen, wenn der Druck aufhörte. Die Wirkung dieses Eingriffes kam übrigens, wie mir Dr. Hock mittheilte, an mehreren anderen Personen, die er auf dieses Phänomen prüfte, in gleicher Weise zum Ausdruck.

Die durch wirkliche Muskelaction erzeugte Bauchpresse hat — wie die in beifolgender Tabelle enthaltenen Volumswerthe lehren — gleichfalls eine Vermehrung des Armvolums zur Folge.

Tabelle II.

Versuchszahl		Eingriff	Volums-Zunahme in Ccm. Wasser
A	1	active Bauchpresse	+ 1·6
„	2	„ „	+ 2·4
B	1	„ „	+ 2·2
„	2	„ „	+ 1·3
„	3	„ „	+ 5·1
„	4	„ „	+ 3·2
„	5	„ „	+ 3·7
D	1	„ „	+ 2·0
„	2	„ „	+ 4·0

Versuchszahl		Eingriff		Volums-Zunahme in Ccm. Wasser
E	1	active	Bauchpresse	+ 1·0
„	2	„	„	+ 1·6
„	3	„	„	+ 2·4
„	4	„	„	+ 2·0
„	5	„	„	+ 2·2
„	6	„	„	+ 2·4
„	7	„	„	+ 3·8
„	8	„	„	+ 2·4
„	9	„	„	+ 5·1
„	10	„	„	+ 4·0
„	11	„	„	+ 5·8
„	12	„	„	+ 5·2
„	13	„	„	+ 6·6
„	14	„	„	+ 1·6
G	1	„	„	+ 5·7
„	2	„	„	+ 2·2
„	3	„	„	+ 8·4
H	1	„	„	+ 3·6
„	2	„	„	+ 3·0
„	3	„	„	+ 3·6
„	4	„	„	+ 2·0
„	5	„	„	+ 3·0
„	6	„	„	+ 2·4
„	7	„	„	+ 3·0
„	8	„	„	+ 1·6
„	9	„	„	+ 1·3
I	1	„	„	+ 8·6
„	2	„	„	+ 2·2
„	3	„	„	+ 3·6
„	4	„	„	+ 3·2
„	5	„	„	+ 2·4
„	6	„	„	+ 3·2
L	1	„	„	+ 2·0
„	2	„	„	+ 2·6
„	3	„	„	+ 2·4

Versuchszahl		Eingriff	Volums-Zunahme in Ccm. Wasser
L	4	active Bauchpresse	+ 4·0
„	5	„ „	+ 2·8
„	6	„ „	+ 3·4
„	7	„ „	+ 4·6
O	1	„ „	+ 6·0
„	2	„ „	+ 5·0

Eine der hieher gehörigen Volumscurven ist in Fig. 10 a abgebildet. Die Vergleichung derselben mit den früheren der passiven Bauchpresse entsprechenden ergibt, dass hier erstens der aufsteigende Ast der Curve der kleinen secundären Wellen ermangelt und dass der absteigende Ast nicht so steil abfällt.

Dieser Unterschied erklärt sich dadurch, dass im letzteren Falle die Erhöhung der Aortenspannung sowohl als das Absinken derselben in anderer Weise vor sich geht als bei der passiven Bauchpresse.

Durch die active Bauchpresse, an der sich das Zwerchfell und die gesammten Bauchmuskeln mit ihrer Action betheiligen, wird der Bauchraum verkleinert. Diese Verkleinerung des Bauchraumes hat nach in dieser Hinsicht mit einander übereinstimmenden Aussagen von Braune [1]) und Schatz [2]) eine Vermehrung des intraabdominalen Druckes zur Folge, die direct durch manometrische Versuche bestimmt werden kann. Diese Vermehrung des intraabdominalen Druckes muss zur Folge haben, dass sämmtliche Unterleibsgefässe einem höheren Drucke unterliegen als vorher.

Der arterielle Blutstrom wird hiedurch in seiner Richtung gegen die Capillaren einen beträchtlichen Widerstand erfahren müssen, der sich alsbald auch durch eine vermehrte Aortenspannung aussprechen muss, wenn anders der Zufluss zum Herzen von Seite der Venen nicht zu gleicher Zeit geschmälert erscheint.

---

[1]) Die Oberschenkelvene des Menschen in anatomischer und klinischer Beziehung. — Leipzig 1873.

[2]) Die Druckverhältnisse im Unterleibe des nicht belasteten und die Bauchpresse nicht willkürlich anstrengenden Menschen.

Jubelfestgruss der gynäkologischen Section der 43. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte. Leipzig 1872.

Das gilt nun allerdings für die übrigen Körpervenen, insoferne als ja zugleich mit der Bauchpresse der Thorax in Exspirationsstellung verharrt und hiedurch bei zunehmendem Druck im Thorax das Entleeren der unter gleichmässigem Druck stehenden Venen erschwert wird. Die Bauchvenen, die unter der Einwirkung der Bauchpresse, deren Druck den Exspirationsdruck bedeutend überragt, stehen, theilen, wie diess schon Donders[1]) angibt, durchaus nicht das Schicksal jener Körpervenen, die in die obere Brustapertur einmünden. Auf Seite 246 der unten citirten Abhandlung findet man folgenden bemerkenswerthen Passus: »Es ist in der That klar, dass wenn der erhöhte Ausathmungsdruck mit erhöhter Action der Bauchmuskeln gepaart geht und somit die Gefässe der Bauchhöhle zu gleicher Zeit mit denen der Brusthöhle unter höheren Druck kommen, dass dann der Kreislauf in der Bauchhöhle nicht aufgehoben zu sein braucht etc.«

An anderer Stelle der gleichen Abhandlung heisst es: »Es wird nach dem Gesagten nicht gleichgültig sein, ob der Ausathmungsdruck mit starkem Pressen auf die Eingeweide der Bauchhöhle gepaart geht oder nicht. In letzterem Falle wird man viel eher das Fortbestehen des Kreislaufs in der Bauchhöhle erwarten können.«

Von den Bauchvenen aus fliesst also, wie man mit vollem Rechte behaupten kann, während die Bauchpresse in Thätigkeit ist, das Blut ungehindert dem Herzen zu, ja es ist auch anzunehmen, dass der Zufluss von hier aus in dem Maasse reichlicher werden wird, als durch die Bauchpresse die Unterleibsorgane ausgedrückt werden, als das Blut in die Richtung des geringsten Widerstandes d. i. gegen den Thorax hin getrieben wird.

Ist aber der Blutzufluss zum Herzen, bei dem gleichzeitig vorhandenen Widerstande, den der arterielle Blutstrom im Unterleibe erfährt, zum mindesten nicht vermindert, ja wie es den Anschein hat, sogar vermehrt, dann erklärt sich die Vermehrung des Armvolums ohne weiters auch aus der erhöhten Aortenspannung. Da aber bei der activen Bauchpresse als einem stetigen Vorgange die Aortenspannung nicht so plötzlich und ruckweise ansteigen kann,

[1]) Donders, Weitere Beiträge zur Physiologie der Respiration und Circulation. Henle u. Pfeiffer's Zeitschrift f. r. Med. N. F. IV. Bd. 1854.

als bei der passiven Bauchpresse, so ist auch hinlänglich klar, weshalb und wodurch die bezüglichen Volumscurven sich von einander unterscheiden.

Mit dem Aufhören der Bauchpresse sinkt in der Regel, allerdings nicht so schnell, wie beim Aufhören der passiven Bauchpresse die Volumscurve, es kommt aber nicht selten vor, dass das Volum des Armes auch nachher sich noch längere Zeit auf gleicher Höhe erhält, was wohl darauf beruht, dass auch nach Sistiren dieses Eingriffes die höhere Aortenspannung einige Zeit lang noch andauert.

Für Jene, die die vorliegenden Versuche wiederholen, muss ich bemerken, dass nicht alle Personen in gleich geschickter und wirksamer Weise die Bauchpresse in Action setzen können, und dass es nicht selten hiezu der Einübung bedarf. Am häufigsten befolgen die Versuchspersonen das auf die Bauchpresse lautende Commando bloss mit einem forcirten Exspirium. Es ist daher nothwendig die bezüglichen Versuchsindividuen darauf aufmerksam zu machen, dass sie bei der betreffenden Action den After herabdrängen müssen. Erst dann ist man der activen Bauchpresse sicher.

Eine Eigenthümlichkeit dieser Versuche besteht darin, dass sie nach einigen Wiederholungen versagen, namentlich dann, wenn dieselben rasch auf einander folgen. Letzteres begreift sich leicht, wenn man erwägt, dass das Gelingen des Versuches an einen bestimmten Grad von Blutfüllung der Unterleibsorgane geknüpft ist. Wenn nun mehrmals rasch hintereinander die Bauchpresse in Thätigkeit tritt und hiedurch, wie man wohl annehmen kann, die Unterleibsorgane blutleer geworden sind, dann darf es nicht wundern, wenn der Erfolg ausbleibt.

Die causale Beziehung zwischen der Erhöhung des arteriellen Blutdruckes und der Vermehrung des Armvolums erscheint hier nicht so ungetrübt wie früher, wo die höhere Aortenspannung und mit ihr die Vermehrung des Armvolums unter Bedingungen hervorgerufen wurde, die jede Betheiligung der Armvenen ausschliessen liessen. Hier aber, wo die mit der activen Bauchpresse einhergehende active Exspiration die Ursache einer Blutstauung in den Armvenen abgeben kann, könnte man geneigt sein anzunehmen, dass die Vermehrung des Armvolums nur der Anschwellung der Armvenen seine Entstehung verdanke, und hiemit entfiele die

Berechtigung die Erhöhung des Aortendruckes mit dieser Erscheinung in Zusammenhang zu bringen. Gegen eine solche Auffassung spricht aber vor Allem die Thatsache, dass bei blosser forcirter Exspiration, bei der sich die active Bauchpresse nicht betheiligt, also bei dem blossen Vorhandensein von Bedingungen, die eine Venenstauung hervorrufen, das Volum des Armes — aus Gründen, die ich in einer folgenden Abhandlung discutiren werde — nicht nur nicht zunimmt sondern sogar abnimmt.

Einen weiteren Beweis für die Annahme, dass die nach Erhöhung des intraabdominalen Druckes eintretende Vermehrung des Armvolums nur auf die Steigerung des arteriellen Druckes zu beziehen sei, liefern Versuche, in denen der intraabdominale Druck durch Contraction der Bauchmuskeln erhöht wurde, ohne dass hiebei wie bei der gewöhnlichen Bauchpresse die Athmung in irgend einer Weise eine Beeinträchtigung erlitt.

Lässt man nämlich bei horizontaler Lage des Körpers eine untere Extremität so erheben, dass dieselbe zum Rumpfe unter einem stumpfen Winkel geneigt ist, so spannen sich — wovon man sich durch Auflegen der flachen Hand überzeugen kann — die geraden Bauchmuskeln an, die Spannung verschwindet aber, wenn die Extremität so weit gebeugt wird, dass sie mit dem Rumpfe ungefähr einen rechten Winkel bildet. Mit diesen verschiedenen Stellungen der unteren Extremität ändert sich nach den Untersuchungen von Schatz (l. c.) auch der intraabdominale Druck. Bei vollständig unterstütztem Rumpf ist nämlich, wie Schatz angibt, der intraabdominale Druck am geringsten, wenn die Oberschenkel gegen den Rumpf ungefähr im rechten Winkel gebeugt stehen. Er wird grösser, wenn die Oberschenkel mehr gestreckt stehen.

Mit diesen Angaben stimmen vollständig die auf das Volum des Armes sich beziehenden Werthe, die in beifolgender Tabelle enthalten sind.

Tabelle III.

Versuchszahl		Eingriff	Volum Zu- Abnahme in Ccm. Wasser
E	1	Fuss activ gehoben	+ 1·6 — 1·2
»	2	» » »	+ 0·6 — 2·0
»	3	» » »	+ 0·8 — 2·4

Versuchszahl		Eingriff	Volum Zu- Abnahme in Ccm. Wasser	
E	4	Fuss activ gehoben	+ 0·6	— 1·2
»	5	» » »		— 4·2
»	6	» » »	+ 1·4	
»	7	» » »	+ 1·2	— 1·2
»	8	» » »		— 1·2
»	9	» » »	+ 0·8	
»	10	» » »	+ 0·4	— 1·6
»	11	» » »		— 2·6
F	1	» » »	+ 4·0	
»	2	» » »	+ 0·6	
»	3	» » »	+ 0·8	
»	4	» » »	+ 1·6	
»	5	» » »	+ 1·2	
»	6	» » »	+ 3·6	
»	7	» » »	+ 1·4	
»	8	» » »	+ 0·8	
»	9	» » »	+ 3·2	
»	10	» » »	+ 2·6	
»	11	» » »	+ 0·8	
»	12	» » »	+ 3·0	
»	13	» » »		— 1·8
»	14	» » »		— 7·5
I	1	» » »	+ 3·4	
»	2	» » »	+ 4·2	
»	3	» » »	+ 3·2	
K	1	» » »	+ 4·0	
»	2	» » »	+ 2·6	
M	1	» » »	+ 1·5	
»	2	» » »	+ 2·5	— 2·8
»	3	» » »	+ 1·5	
»	4	» » »	+ 2·0	
»	5	» » »	+ 3·5	— 0·3
»	6	» » »	+ 2·5	
»	7	» » »	+ 2·2	— 4·0

Ueberall, wo die positiven Werthe auf ein Ansteigen der Volumscurve deuten, war in den betreffenden Versuchen der Beugungswinkel des Schenkels ein stumpfer, die negativen Werthe dagegen entsprechen einer grösseren ungefähr rechtwinkeligen Beugung des Schenkels.

Bei langsamer Beugung des Schenkels, wo der Uebergang von der stumpfwinkligen zur rechtwinkligen Beugung allmälig erfolgte, stieg anfangs die Volumscurve, um dann später unter den Ausgangspunkt zu sinken. In der Tabelle III sieht man in solchen Fällen beide Volumswerthe die positiven sowohl als die negativen neben einander verzeichnet.

Die in Fig. 11 und 12 abgebildeten Volumscurven mögen dazu dienen, die eben geschilderten Vorgänge deutlicher zu veranschaulichen.

Indem ich die Volumsveränderungen, die bei den verschiedenen Stellungen der oberen Extremität während Horizontallage des Körpers eintreten, von der Aenderung des intraabdominalen Druckes resp. von den hiemit zusammenhängenden Schwankungen des Aortendruckes ableite, will ich nicht in Abrede stellen, dass den Bedingungen, die durch das Beugen der Extremität selbst gesetzt werden, nicht auch ein Einfluss auf den arteriellen Druck und folglich auch auf das Volum des Armes zukomme. So kann die Pumpvorrichtung an der Schenkelvene, die nach den bezüglichen Auseinandersetzungen Braune's[1]) beim Beugen des Schenkels in Wirksamkeit tritt, sowie das durch die mehr verticale Schenkelstellung erleichterte Abfliessen des Blutes indirect zu der Vermehrung des arteriellen Druckes beitragen, ebenso kann die erwähnte Stellung der Extremität dem Strom des Blutes in der Richtung gegen die Capillaren ein Hinderniss bieten und auf diese Weise den arteriellen Blutdruck beeinflussen.

Erwägt man aber, dass diese letzteren Bedingungen sich nicht wesentlich mit dem Beugungswinkel des Schenkels ändern, während doch zu gleicher Zeit der intraabdominale Druck sowohl als das Volum des Armes sichtlich alterirt werden, so muss man zur Ueberzeugung gelangen, dass die letzteren Bedingungen, der Rolle ge-

[1]) l. c.

genüber, die der Wechsel des intraabdominalen Druckes hier spielt, nur von untergeordneter Bedeutung sein können.

Die in diesem Abschnitte angeführten Versuche sollten vor Allem darthun, dass man aus der Vermehrung des Armvolums eine Steigerung des arteriellen Blutdruckes erschliessen dürfe, wir finden in denselben aber auch genügendes Material für den Beweis vor, dass die Verminderung des Armvolums den Schluss auf eine gleichzeitige Erniedrigung des arteriellen Blutdrucks zulasse. Ich erinnere hier an die Fälle, wo bei Druck auf die gespannten und erschlafften Bauchdecken das Armvolum sich verkleinerte und wo bei stark gebeugtem Schenkel, i. e. bei herabgesetztem interabdominalem Drucke die Volumscurve abfiel.

In allen diesen Fällen lag der Grund der Verminderung des Armvolums resp. der Herabsetzung der Aortenspannung in Aenderungen der intraabdominalen Circulationsverhältnisse.

Hieher gehört nun auch die folgende Versuchsreihe, die auf einen Eingriff sich bezieht, der nur eine Volumsverminderung des Armes zur Folge hat.

Grundlage derselben bilden wieder Angaben von Schatz[1]) über intraabdominale Druckverhältnisse.

Ausgehend von der Thatsache, dass bei reiner Thoraxinspiration der intraabdominale Druck geringer werde, untersuchte Schatz, wie sich der intraabdominale Druck verhalte, wenn auf anderem Wege als dem der reinen Thoraxinspiration der Bauchraum eine Vergrösserung erfahre. Da zeigte sich nun, dass das Emporheben der Arme über den Kopf durch Heben der Rippen vermittelst des Pectoralis major etc., also durch Erweiterung und Hebung der unteren Thoraxapertur eine Verminderung des intraabdominalen Druckes zur Folge hat.

Die von mir angestellten Versuche — bei denen ich nur einen Arm abduciren liess — ergaben nun in übereinstimmender Weise, dass, wie nicht anders zu erwarten war, dieser Eingriff von einer Verminderung des Armvolums gefolgt wird, die wie man annehmen muss, seinen Grund darin hat, dass einerseits die Aorta durch den nun erleichterten Abfluss gegen die Unterleibsgefässe entspannt wird, während anderseits der verminderte Druck im Thorax eine

---

[1]) l. c.

raschere Entleerung der Körpervenen begünstigt. Letzterem Umstande ist es wohl zuzuschreiben, dass mit Aufhören des Eingriffes das Volum des Armes wieder grösser wird. Durch die vermehrte Thoraxaspiration wird nämlich das Herz in den Besitz grosser Blutmengen gelangen müssen und durch sie wird es, wenn der erwähnte Eingriff vorüber ist, im Stande sein, die Aorta rasch in die alte Spannung zu versetzen.

Von den Versuchen geben die beifolgende Tabelle und die in Fig. 13 abgebildeten Volumscurven weitere Rechenschaft.

Tabelle IV.

Versuchszahl		Eingriff	Volum Zu- Abnahme in Ccm. Wasser
A	1	Arm abducirt	— 4·2
B	1	„ „	— 1·4
I	1	„ „	— 1·4
„	2	„ „	— 2·8
K	1	„ „	— 1·6
„	2	„ „	— 1·2
„	3	„ „	— 1·4
„	4	„ „	— 2·4
„	5	„ „	— 0·8
„	6	„ „	— 1·5
„	7	„ „	— 1·6
L	1	„ „	— 1·0
„	2	„ „	— 1·8
„	3	„ „	— 1·4
„	4	„ „	— 0·8
M	1	„ „	— 4·0
„	2	„ „	— 2·5
„	3	„ „	— 3·5
„	4	„ „	— 3·5
N	1	„ „	— 2·3
„	2	„ „	— 1·5
„	3	„ „	— 2·0
„	4	„ „	— 2·0
„	5	„ „	— 1·7
„	6	„ „	— 1·5

Versuchszahl		Eingriff	Volum Zu- Abnahme in Ccm. Wasser
0	1	Arm abducirt	— 4·0
„	2	„ „	— 3·3
„	3	„ „	— 2·5
„	4	„ „	— 4·0
„	5	„ „	— 3·8
„	6	„ „	— 2·2

Diese Versuche zeigen zugleich, dass die Voraussetzung, unter welcher Schatz dieselben anstellte, eine richtige gewesen ist, denn sie thun dar, dass die unter dem Volke verbreitete Ansicht, dass das Zusammenschlagen der Hände über dem Kopf bei Wöchnerinnen zur Ohnmacht führen könne, der physiologischen Berechtigung nicht entbehre.

Erklärung der Abbildungen.

In Fig. 1—9 ist auf der ganzen Abscisse die Zeit markirt.

In Fig. 10—13 ist auf der Abscisse nur die jeweilige Dauer des Eingriffes bezeichnet.

Die einzelnen Abschnitte der Ordinaten entsprechen durchgängig je einem Ccm. Wasser.



Fig. 1.

Fig. 2.

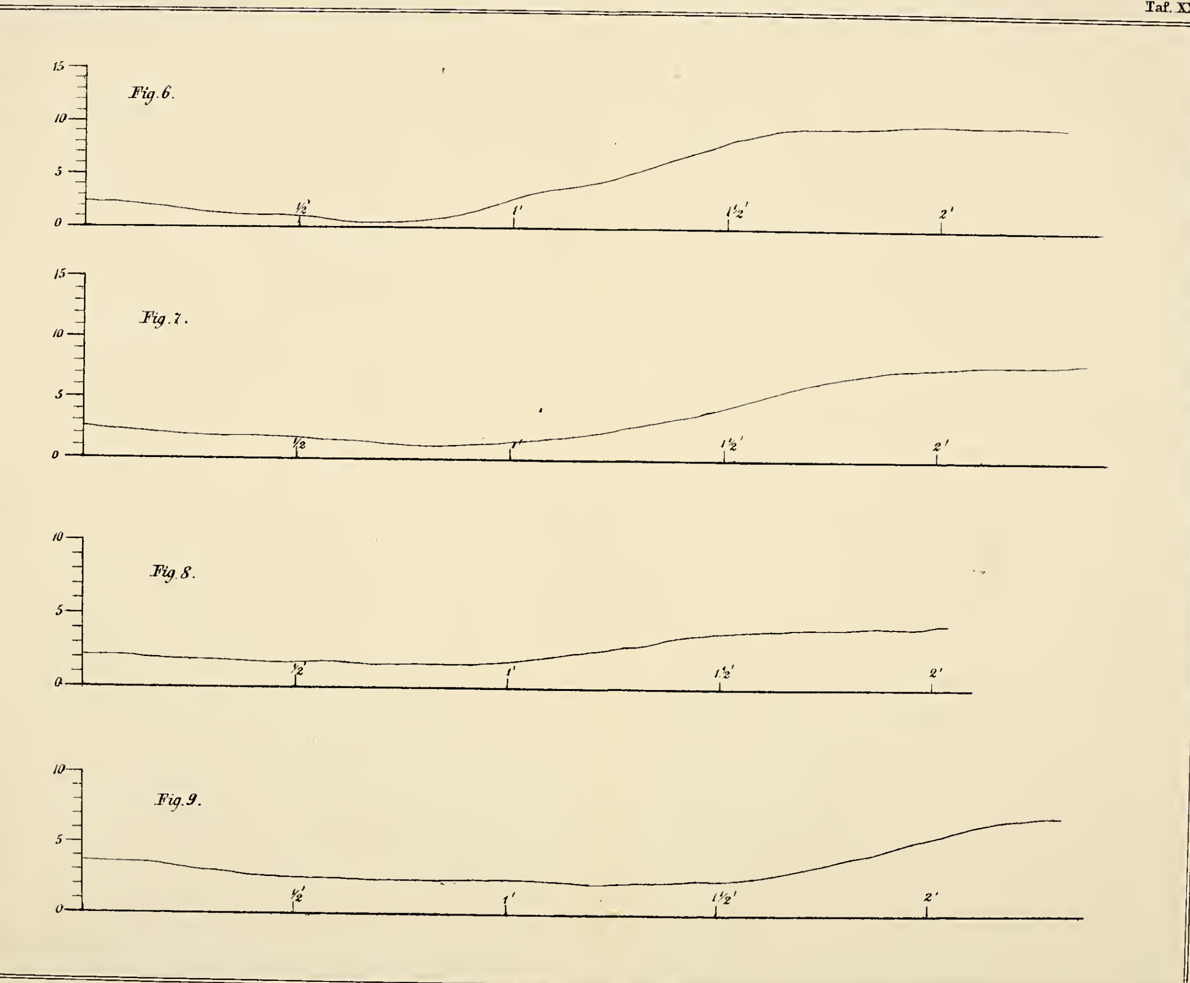
Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

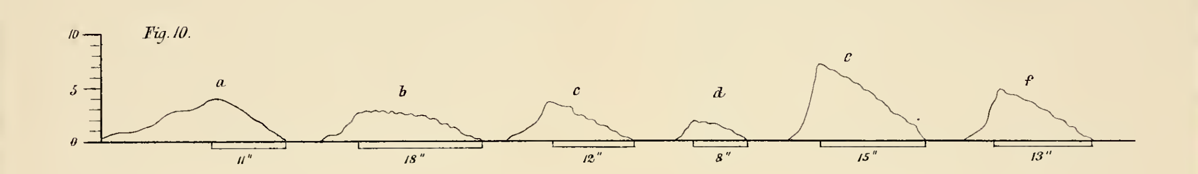
Lith. Anst. v. Appel & Comp. Wien

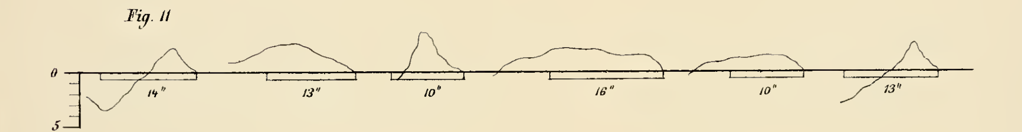


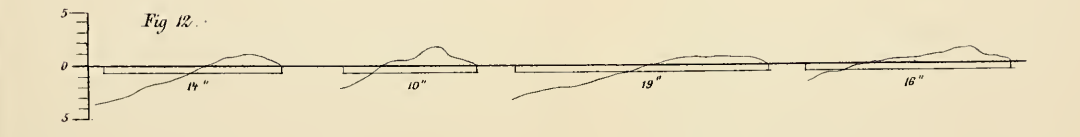


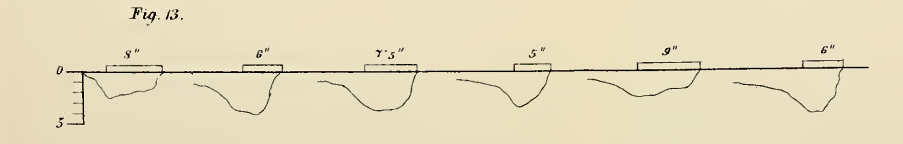
v. Basch Volumetr. Bestimmung des Blutdrucks am Menschen.




Fig. 10.
10
5
0
a
b
c
d
e
f
11"
18"
12"
8"
15"
13"


Fig. 11
0
5
14"
13"
10"
16"
10"
13"


Fig 12.
5
0
5
14"
10"
19"
16"


Fig. 13.
0
5
8"
6"
7·5"
5"
9"
6"







Basch

Die volumetrische bestimmung des blutdrucks am menschen.

